Un Modèle Informatique d'une Pièce de Stravinsky

André RIOTTE

ARTINFO/MUSINFO #29

Développements formels autour d'un modèle informatique d'une pièce de Stravinsky

On a démystifié naguère la série schönbergienne et ses descendants, sans y reconnaître pourtant sa seule fonction justifiée : la génération d'une séquence d'objets (et de rapports d'objets) musicaux située entre l'ordre élémentaire et l'inorganisé, où se loge déjà l'intention (1). Or, une suite bornée de nombres au hasard possède elle aussi des lacunes, des ébauches d'ordre sans lesquelles aucun joueur ne serait chanceux.

Reconnaître ces lacunes, distinguer ces ébauches et les accuser selon sa propre nature suppose l'intuition du support partiel de quelque schème intérieur (les vieux murs fascinaient Léonard de Vinci). L'improbabilité de sa mise à jour est compensée par le foisonnement d'hypothèses, concentré de messages potentiels inactifs.

Au niveau d'un langage musical, on pourrait définir une approche équivalente, du type "pausa del disordine" ou suspension partielle du désordre.

Elle n'a de sens que spécifique à celui qui la conçoit, c'est-à-dire issue d'une intuition individuelle; les lois du contrepoint ni telle formule de la physique n'y peuvent suffire.

Tout choix étant une coupure dans une arborescence, reste l'autre attitude : organisation de ruptures au sein d'un milieu très ordonné (minéral), d'incursions de conscience dans une matière inerte. C'est alors la rupture partielle d'un ordre pour répondre à un niveau d'ordre plus élevé.

---

(1) Voir "Il nanosecondo ben temperato" A. Riotte - Rivista IBM 2/1969. Encore fallait-il définir un langage de concaténation, dont la description sera faite ailleurs.

On s'intéressera ici à cette seconde approche, plus proche de l'imprégnation dionysiaque que de l'intrusion apollinienne. La théorie de l'information a mis à jour la relation entre le taux de redondance d'un message et sa communicabilité. Or il existe une organisation musicale qui met à nu cette redondance : c'est la répétition simultanée de motifs de durées différentes mais commensurables.

Olivier Messiaen a utilisé abondamment cette technique et ses dérivés (2). On la retrouve même, sous une forme plus cachée, dans le Soleil des eaux de Pierre Boulez (3).
Etant donné les potentialités d'un modèle informatique issu de cette technique, pour peu qu'il soit suffisamment élaboré, il m'est apparu utile de pousser l'analyse de l'une des premières partitions qui, à ma connaissance, exploite consciemment ce principe : la première des trois pièces pour Quatuor à Cordes d'Igor Stravinsky (4), qui datent de 1914.
Je n'aurais pas entrepris la description détaillée de cette analyse, qui en serait restée aux constatations élémentaires de rencontres entre phénomènes périodiques, si des travaux personnels de composition (5) ne m'avaient fourni la clef de la structure de la mélopée du 1er violon qui en constitue l'élément monodique essentiel.
C'était l'occasion de jeter les bases d'un modèle d'engendrement mélodique dont les résultats ne portent plus trace d'automatisme.
D'autre part, le pénétrant travail de Patrick Greussay (6) sur une très courte pièce de Bela Bartok m'a persuadé qu'il était plus fructueux pour des travaux futurs sur ordinateur d'approfondir à l'extrême une structure limitée que de s'en tenir à des considérations globales sur des constructions de plus grande envergure.
L'analyse qui suit procédera donc de plusieurs niveaux d'approche successifs puis simultanés réagissant les uns sur les autres :
- un niveau de simple observation des phénomènes mis en jeu, dégageant des interprétations possibles -non nécessairement exclusives entre elles- du découpage du texte;

---

(2) Voir les exemples du chapitre VI - Polyrythmie et pédales rythmiques dans Technique de mon langage musical - Olivier Messiaen. Leduc 1964
(3) 1er poème : complainte du lézard amoureux, chiffre 6 de la partition Heugel 1959
(4) Editeur-propriétaire Boosey et Hawkes
(5) Suite explicite pour Clarinette seule - A. Riotte
(6) Un modèle informatique de description de structures musicales - Communication personnelle.

- un niveau de rationalisation de ces observations, lié aussi bien aux proportions de l'oeuvre elle-même qu'à la structure fine du langage, qui implique des hypothèses globales, hypothèses dont l'économie et les potentialités justifieront le choix;
- enfin, un niveau de spéculation, de construction d'un modèle qui utilisera les hypothèses retenues en vérifiant leur portée et leurs liens pour la description du texte choisi.

On abordera ci-dessous ces trois niveaux, en montrant chaque fois qu'il sera possible les conséquences ou les raisons des choix et décisions non explicites de l'auteur.

I. Analyse formelle.

Observations élémentaires sur la forme globale de la pièce

Une première écoute met en évidence le caractère répétitif des éléments du discours; quatre événements s'y distinguent aussitôt, soit en allant du simple au complexe

- une note tenue, le ré, émise par l'alto du début à la fin, analogue à la pédale obligée de certains instruments folkloriques
- une pédale rythmique et harmonique à base 7 noires confiée au violoncelle et à l'alto (corde de ré) et répétée 14 fois. (figure 1)
- une apostrophe monodique énoncée par le second violon, formée d'un motif conjoint descendant de 4 notes présenté alternativement une seule fois (apostrophe proprement dite) et deux fois successives (apostrophe-écho) avec 2 articulations distinctes (tiré et poussé) (figure 2). Chaque apparition du motif est séparée de la suivante par des silences variables, mais on observe déjà que les apostrophes-échos sont cycliques à base 21 noires
- une mélopée confiée au 1er violon, construite sur un mode défectif de 4 notes conjointes, cyclique à base 23 noires, répétée 4 fois intégralement et une fois partiellement avec modification finale (figure 3). La mélopée est une phrase formée d'un antécédent A et d'un double conséquent B.B', B' issu de B par ajout de 2 valeurs à gauche. L'antécédent est formé de la succession d'un rythme masculin et d'un rythme féminin, avec accent expressif sur la syncope et redoublement de l'accent tonique et de la désinence. Le conséquent B commente le rythme féminin, sans répétition de l'accent tonique; quant à B', tout en conservant la structure rythmique de B, il transforme le rythme féminin en masculin, par recouvrement de la désinence avec le premier son de la phrase suivante. D'autre part, les durées (A : 11 ♩, B : 6 ♩, B' : 6 ♩) postulent à la fois une alternance binaire et ternaire de temps forts dans A, et une alternance seulement binaire dans B et B', mais avec un décalage

d'une unité (♩) entre B et B' dû à la valeur ajoutée à gauche de B'. Cette première analyse sommaire indique déjà la prépondérance de A sur B et B', qui ne font par ailleurs qu'exploiter certains aspects fragmentaires de A.
Enfin, le caractère répétitif des événements définit une trame harmonique verticale de 12 sons répartis en 3 groupes de 4 sons formant un mode de 9 notes. Les références à la tonalité de sol majeur sont évidentes : poids du sol faisant fonction de tonique dans la mélopée, pédale de ré évoquant la dominante, extrémités de la trame à la sous-dominante.

Retour sur la durée de la pièce

Etant donné la durée de base de la mélopée (23 ♩) et le cycle de base de l'apostrophe-écho (21 ♩), il s'agit de déterminer les raisons du choix du sous-ensemble de rencontres retenues (4 pour l'apostrophe-écho, 5 pour l'apostrophe) parmi les possibles, la chaîne complète comportant évidemment 21 répétitions de la mélopée et 23 de l'apostrophe-écho.
D'après les observations précédentes sur la structure de la mélopée, et si l'on accepte pour l'instant l'initialisation (temps 19) de l'apostrophe-écho, on observe (figure 4) qu'étant donné son taux de glissement (2 ♩ à gauche) par rapport à la mélopée, seules les 4 interventions cycliques retenues n'interfèrent pas avec l'antécédent A.
C'est donc sur A, qui porte la substance mélodique, comme le montrera plus loin une analyse fine de la mélopée, que devront intervenir les apostrophes irrégulières. De même que B et B' ne sont que des commentaires de A, l'apostrophe-écho régulière (commentaire redondant et affaibli de l'apostrophe de par sa régularité même) n'intervient que sur BB'.
On observe d'autre part que, comme B et B' ont la même durée (6 ♩), mais que B' est identique à B à une ajoute initiale près de 2 ♪ = 1 ♩, son dernier accent se résolvant sur le premier temps du A suivant, les interventions de l'apostrophe-écho sont décalées d'une ♩ entre B et B' et épuisent les interférences possibles.

Analyse de la pédale rythmique, interférences avec l'apostrophe

On a vu (figure 1) que la pédale rythmique n'utilisait que 2 unités de durée, la ♪ et la ♩. Les 3 mots de l'alphabet employé pour la constituer sont x_1, x_2 et x'_1 (figure 5). On note d'abord que le groupe de base $x_1\ x_2$ est issu rythmiquement de la tête de la mélopée. La pédale rythmique P peut alors être complètement décrite par la concaténation :

$$P = (x_1 x_2 x'_1 x_1 x_2 x_1 x_2)^m$$

Soit d'autre part a le mot de base de l'apostrophe (4 ♪), l'apostrophe-écho peut alors s'écrire a'a. Si l'on exprime les groupements de mots distincts de la pédale qui peuvent coïncider en durée avec a ou a' on trouve :

$$x_1x_2 = r, \quad x_2x'_1 = p, \quad x'_1x_1 = q, \quad x_2x_1 = s \text{ (figure 7)}$$

Les positions relatives de a et a'a avec la pédale rythmique dans le texte (figure 6) montrent clairement le phénomène : le terme a de l'apostrophe exploite les rencontres avec p, q et r dans l'ordre indiqué sur la figure 7, alors que les figures a et a' de l'apostrophe-écho exploitent uniquement la rencontre s (2 fois à chaque apparition de aa').
p et s sont les figures les plus proches au do de la basse près; à cause du nombre de leurs occurences (2 fois p; 4 fois 2 s) et de la position initiale de p dans le texte, on les considèrera comme régulières.
On constate maintenant que les déplacements de l'apostrophe correspondent, à l'intérieur de la période propre de la pédale rythmique (figure 8), aux 3 rencontres possibles non utilisées pour l'apostrophe-écho; à partir de la position de l'élément "régulier" p, ce sont de plus les déplacements minimaux possibles (+ 1 ♩ pour q, - 1 ♩ pour r). La position (r) non utilisée (figure 8) correspond à un déplacement de + 2 ♩ et recoupe la position s. En résumé, on peut considérer que les positions respectives régulières de l'apostrophe et de l'apostrophe-écho sont p et s s; elles sont perturbées pour l'apostrophe par les rencontres avec la mélopée comme on le verra plus loin, mais à l'intérieur de 2 limites :

a) elles doivent exploiter les variantes possibles distinctes de s, réservées à l'apostrophe-écho
b) elles doivent être à des distances minimales en plus ou en moins par rapport à la position régulière p.

Positions de l'apostrophe, interférences avec la mélopée

Une fois mises à jour les positions permises de l'apostrophe vis-à-vis de la pédale rythmique, restent à objectiver si possible les raisons de ses déplacements par rapport à sa position régulière.

On a déjà motivé le principe de ces déplacements : la première période de la mélopée est en effet la plus chargée d'information, celle au cours de laquelle des ruptures mélodiques se produisent (voir plus loin). C'est donc sur cette période qu'interviendront les positions les moins prévisibles de l'apostrophe.

Les 5 rencontres effectives sont rassemblées figure 9. On constate :

- que les déplacements en II et III de l'apostrophe proviennent de la nécessité qu'elle laisse à découvert la syncope, accent expressif de la mélopée
- que le déplacement en IV correspond à un refus d'identité rythmique apostrophe-mélopée (il faut au moins une différence, voir II).

D'autre part en II un déplacement de + 2 ♪ au lieu d'une

- identifierait la formulation avec I
- serait en contradiction avec la condition b) du paragraphe précédent
- mettrait l'apostrophe en position "s" avec la pédale rythmique, contradictoire avec la condition a).

De même, un déplacement de + 1 ♩ au lieu de – 1 ♩ identifierait la formulation avec III.

Analyse et formalisation mélodique de la mélopée

On constate d'abord, étant donné les 4 notes formant le tétracorde employé

- une forte majorité d'intervalles conjoints à 3 exceptions près : 2 dans la 1ère période (tierce mineure descendante, tierce majeure descendante), une entre 2è et 3è période (quarte ascendante)
- l'exclusion de l'intervalle-unisson ou intervalle 0 (répétition de note).

En fait, si l'on considère que la formule conclusive de chaque période utilise uniquement l'oscillation entre sol et la, on peut dire que toute la substance mélodique est tirée de deux "noyaux" H_1 et H_2, (figure 10) considérés comme des boucles fermées auxquelles on fait appel en séquence tant qu'une condition externe d'interruption n'est pas donnée, avec spécification d'initialisation lors de l'appel (voir plus loin les conditions d'initialisation).

On remarque au passage que H_2 est extrait de H_1.
La description mélodique de la mélopée peut alors se formuler ainsi :

$$MEL(M) = \langle H_1(1, 4), H_1(2, 8), H_2(1, 5), H_1(6, 7), H_2(1, 3), H_1(4, 9), H_2(1, 2) \rangle$$

ou sous forme plus synthétique

$$MEL(M) = \langle H_i\ (k, Rj) \rangle$$

L'appel à MEL(M) devra simplement spécifier $i = 1, 2$, la valeur d'initialisation k, et la condition de rupture Rj.

Formalisation rythmique de la mélopée

On a vu que chaque voix avait sa période propre (7 ♪, 21 ♪, 23 ♪) et que les interférences provenaient de la simple superposition des voix pour la mélopée et pour l'ensemble formé par la pédale rythmique et l'apostrophe-écho (lesquelles coïncident dans leurs rencontres, la période de la pédale rythmique étant un sous-multiple de celle de l'apostrophe-écho) alors que l'apostrophe subissait des déplacements soumis à un ensemble de conditions logiques
- de possibilité de positions vis-à-vis de la pédale rythmique
- de choix entre ces positions vis-à-vis de la mélopée.

Or, on peut appliquer le même type d'analyse à l'intérieur d'une période de la mélopée quant à sa structure rythmique. En effet, soient 3 groupes de durées D_0, D_1 et D_2 (figure 11). D_0 correspond à la tête de la mélopée, D_1 à ses groupes conclusifs, D_2 au corps des périodes de la manière suivante :

D_0, de par sa fonction initiale, aura préséance sur les autres groupes et sera présenté une seule fois. D_1 et D_2 seront considérés comme les "moments émissifs" de phénomènes périodiques de périodes $T_1 = 16$ ♪ pour D_1 et $T_2 = 14$ ♪ pour D_2.

Le complément de chaque durée émissive par rapport à la durée de la période sera une durée de silence (figure 12).

En ce qui concerne D_1, la dernière valeur étant aussi un silence (demi-soupir), on pourrait également la considérer comme faisant partie de la non-émission : toutefois une analyse de la structure interne de D_1 indique qu'il est issu de la figure β de D_0 (figure 11) par répétition et ajout d'un silence séparateur (β ').

La seconde présentation de β' amène donc à inclure le séparateur dans la structure de D_1.
Quant à D_2, sa structure est également issue de D_o sous forme de 2 figures non utilisées pour D_1 : la répétition γ, et la figure α sous forme diminuée (α'). On remarquera au passage que α et γ sont aussi les générateurs des 2 figures rythmiques de la pédale rythmique (figure 8 : $\varepsilon_1 \equiv \alpha$, $\varepsilon_2 = \gamma\alpha$) et des apostrophes (figure 2 $\delta_1 \equiv \gamma\gamma$, $\delta_2 = \gamma\gamma\gamma\gamma$). Toute la substance rythmique de la pièce est donc issue de D_o.
Revenons aux lois de génération des durées de la mélopée :
d'après les fonctions définies pour D_o, D_1 et D_2, la tête D_o devra précéder immédiatement une présentation du corps D_2. Quant aux alternances de D_1 et D_2 prélevées sur la chaîne de leurs interférences possibles (figure 13) il est facile de voir qu'aucune combinaison commençant par D_2 et se terminant par D_1 ne peut coïncider avec la durée requise (23 ♩ = 46 ♪), la fin des D_1 se plaçant toujours sur un nombre impair de croches. Quant aux combinaisons commençant par D_1, un seul prélèvement correspond au critère voulu (voir figure 13). On obtient donc la disposition de la figure 14; elle ne coïncide pas avec le début de la mélopée, ce qui se justifie pour 2 raisons :
- son caractère cyclique, qui la fait s'enchaîner sur elle-même
- le principe d'enchaînement de la fin de la mélopée avec son début, basé sur la double fonction du sol initial (résolution du dernier la de B' et première note de la tête).

Restent à définir les opérateurs d'interférences entre les processus D_o, D_1 et D_2.
On considèrera pour cette analyse 2 types d'interférences :
- le <u>masque total</u>, par lequel un processus ou un fragment de processus est interrompu si sa première valeur coïncide avec l'émission d'un autre processus. Exemple : $MT(D_o \rightarrow BD_1)$
- le <u>masque local</u>, par lequel un processus ou un fragment de processus en interrompt un autre pendant sa durée. Exemple : $ML(D_o \rightarrow D'_1)$.

Il faut enfin préciser la hiérarchie d'action des opérateurs :

1°) MT agit en premier lieu; D_1 étant la composante fondée sur une répétition de motifs, c'est elle qui devra subir - sur la dernière répétition, la seule littérale (BD_1) - l'effet de masque total, les composantes masquantes étant D_o et D_2. On écrira :
$D'_1 = MT(D_o, D_2 \rightarrow BD_1)$.

2°) ML agit ensuite dans l'ordre hiérarchique D_o, D_1 pour les parties masquantes

$$D''_1 = ML(D_o \rightarrow D'_1)$$

$$D'_2 = ML(D''_1 \rightarrow D_2)$$

3°) La résultante sera la superposition des transformées, qu'on écrira :

$$R = \sum (D_o, D''_1, D'_2).$$

Initialisation des noyaux mélodiques de la mélopée

Il faut maintenant déterminer les hauteurs affectées aux durées des transformées.

On rappelle d'abord que la répétition de notes est à exclure de la résultante.

L'initialisation de D_o est $H_1(1)$.

L'initialisation de D_1 est $H_2(2)$ pour chaque groupe constitutif de sa période propre. Seul D_2, corps de la mélopée, devra avoir des initialisations variables. Il est clair que ces initialisations affecteront la transformée de D_2 après effet des masques (c'est-à-dire D'_2)(voir figure 14).

Elles se feront sur les deux notes non consonantes du noyau H_1 (figure 10), c'est-à-dire la et do. Trois initialisations sont possibles : $H_1(2)$, $H_1(4)$, $H_1(6)$.

Pour clarifier le choix, on reviendra sur le principe de composition utilisé : ruptures dans un milieu fait de régularités. Il s'agit de passer dans la texture mélodique de figures issues d'un noyau (H_1) à des figures issues d'un autre noyau (H_2).

Si les noyaux utilisés ont des notes communes, le passage d'une figure à l'autre peut se faire entre notes de l'une n'appartenant pas à l'autre. On aura alors une rupture véritable.

Ici H_2 étant un sous-ensemble de H_1, il peut y avoir recouvrement : c'est un principe connu de concaténation. Pendant le recouvrement, la régularité du phénomène précédent et celle du suivant coexistent (équivalence à celle d'un passage modulant appartenant à la fois au ton précédent et au ton suivant). On obtient dans ce cas une atténuation de rupture, un passage progressif d'une organisation à une autre.

Ces remarques permettraient même de donner une mesure du degré des ruptures survenant dans un langage.

Revenons maintenant au problème du choix d'affectation des notes de H_1 et H_2 à D'_2. Etant donné le tripartisme de la mélopée -qu'on peut déduire de l'observation des seules durées (figure 14 - rôle des silences comme séparateurs), et le rôle atténué que les conséquents ont vis-à-vis de l'antécédent, il est naturel d'attribuer à ce dernier la rupture la plus forte, et d'appliquer le principe de <u>concaténation avec recouvrement</u> ou CAR aux conséquents.
Pour l'antécédent, le choix d'initialisation de D'_2 est donc lié à la dernière note utilisée pour D_o, soit $H_1(4)$. Le principe de rupture écarte SI (note conjointe) donc $H_1(3)$ et $H_1(5)$, la non-répétition $H_1(4)$, le refus de régularité $H_1(1)$ (2 répétitions des 4 notes de H_1 en D_o et D'_2). Restent $H_1(2)$ et $H_1(6)$, la note la.
On peut vérifier que ces deux initialisations conduisent pour la liaison avec D''_1 à une répétition de note (la dernière note de D'_2 et première de D''_1).
Pour écarter cette répétition, on utilisera le principe suivant :
Lors d'une rupture mélodique décidée entre figures rythmiques, on poursuivra l'affectation des notes du 1er noyau aux durées de la seconde figure jusqu'à ce que la répétition avec les notes du second noyau affectées à cette figure disparaissent.
Ce principe peut être automatisé par tests, et l'initialisation du premier noyau peut lui être subordonnée. Il est facile de voir alors que seule l'initialisation $H_1(2)$ pour D'_2 peut être retenue.
Pour l'initialisation des 2 conséquents de D'_1, on appliquera simplement le principe de CAR déjà défini, qui donne immédiatement $H_1(6)$ et $H_1(4)$.
Le résumé des opérations ci-dessus est indiqué figure 15.

<u>Formalisation de l'accentuation de la mélopée</u>

Etant donné l'importance des coups d'archets, on étudiera également leur disposition.
Malgré la présence de 3 groupes de 2 doubles-croches, la valeur unitaire est la croche. On considèrera donc les coups d'archets comme affectés à la note lorsque les durées seront $\geqslant$ 1 ♪.
S'il y a broderie (retour sur une même note en doubles-croches, la note d'arrivée étant un temps fort), elle sera considérée comme une seule note. (Afin de distinguer les doubles-croches et la broderie, on leur attribuera l'articulation staccato).

En revanche, les coups d'archets seront affectés à une durée unitaire quand les durées seront < 1 ♪.
Enfin, plusieurs notes successives affectées d'un même coup d'archet seront toujours liées.
Ces règles établies, on formera un noyau ν (figure 16) constitué par la formule des coups d'archets de la tête D_o, et de son complément.
Comme pour les hauteurs, il suffira d'initialiser le noyau pour chaque groupe.
On aura - pour D_o par définition $\nu(1)$

- pour D''_1 $\nu(3)$, les cellules rythmiques étant construites à partir des durées 3 et 4 de D_o. La répétition formelle de la seconde cellule (BD_1 de la figure 14) appellera évidemment une répétition du coup d'archet
- pour D'_2, on observe qu'une même figure (hauteurs + durées) se répète dans chacune des 3 interventions (figure 17). On lui donnera donc un poids particulier en lui affectant les mêmes coups d'archets que ceux du début de D_o. On les en distinguera enfin par un jeté.

Ces principes posés, l'initialisation des coups d'archets s'en déduit sans difficulté :

$\nu(8)$	1er groupe
$\nu(7)$	2è groupe
$\nu(5)$	3è groupe

Mesures introductives et conclusives

On se rappelle que le corps de la pièce qu'on vient d'analyser est comme l'indique la séquence des mesures utilisées basé sur une durée multiple de celle de la pédale rythmique (14 fois 7 ♩). Les mesures qui l'encadrent font appel également à la même base; elles ne conservent que le phénomène pédale de dominante, en lui adjoignant la note conclusive du motif de base de la pédale rythmique, noté do ♯ par enharmonie (ce qui confirme l'identité de fonction harmonique des deux notes encadrant ré dans l'apostrophe - ré ♯ do ♯ - et la pédale rythmique - mi ♭ ré ♭ -.

Quant à la conclusion de la mélopée -dont la dernière présentation de la période propre est ainsi tronquée au cours de son antécédent - on peut l'interpréter de la manière suivante :
on considère la texture rythmique Σ de la mélopée (superposition des composantes D_o, D_1'', D_2') comme un tout, se poursuivant jusqu'à la dernière présentation complète de la période propre de la pédale rythmique. On interrompt l'affectation mélodique décrite pour la mélopée à la 5è valeur avant cette coupure, et on affecte aux 4 dernières valeurs les hauteurs tirées du noyau H_1, initialisé à $H_1(4)$ qui correspondent à la rétrogradation mélodique de la tête (D_o).
Le rôle de syncope de la dernière valeur suggère le maintien de la dernière note pendant la durée équivalente à l'antécédent, sans la répétition du motif conclusif (BD_1), mais comprise la valeur du silence séparateur du 1er motif.
Malgré l'inutilité d'imaginer un modèle pour cette conclusion - on la considèrera plutôt de même que l'introduction, comme la dernière touche à apporter "manuellement" au modèle - ces dernières constatations confirment à la fois le rôle organique du demi-soupir séparateur dans le motif conclusif, et la fonction facultative de sa répétition globale, telle qu'elle a été formalisée lors de la description de l'opérateur MT.

II. Un modèle informatique de la pièce.

Les concepts

L'analyse précédente a mis à jour un certain nombre de procédures qui permettent de décrire le détail de la réalisation de la pièce. On verra plus loin l'articulation d'ensemble définissant la séquence des opérations. Toutefois, on va tenter d'abord de faire un pas de plus en avant, et de dégager les bases de sa conception même - ce qui nous sera rendu possible par l'extrême économie des matériaux mis en jeu.

On peut dégager d'emblée l'impact de deux sources distinctes l'une sur l'autre : la musique populaire et la tradition musicale.

De la danse paysanne sont issus en particulier : le mode défectif de 4 sons du 1er violon, la pédale de ré qui évoque la basse obligée de la vielle à roue (*), la fixité de la trame harmonique, la base rythmique cellulaire et l'utilisation purement binaire des durées.

De la tradition proviennent : la formation instrumentale, l'utilisation ambigüe de la tonalité de sol, en partie contredite par les distorsions enharmoniques autour de la dominante (do♯ ré♯ ≃ ré♭ mi♭ fig. 18), la caractérisation des parties constitutives, accusée par la distinction des timbres (sul. G, du talon ff, ponticello, pizz).

Mais derrière ces deux sources, dont la première est prépondérante sous les apparences de l'obsession répétitive, on décèle les germes de la contradiction : périodes premières entre elles, déplacement autonome de l'apostrophe, opposition à la coupe binaire dans la structure même de la mélopée.

On a pu situer ainsi les trois germes initiaux de la pièce dans l'ordre de leur émergence : obsession, tradition, contradiction.

---

* L'évocation est encore accusée par le jeu près du chevalet par l'introduction et la conclusion qui laissent à découvert la pédale, à laquelle s'ajoute le côté grinçant de l'intervalle de 9è min.

Cette dernière remarque apporte un sens supplémentaire aux mesures introductives et conclusives.

Les données de base

On a résumé en un tableau (fig. 18) les données de base et les paramètres déduits.

Les deux données fondamentales sont, on le rappelle :

- la tête de la mélopée, munie de toutes ses structures (durées, hauteurs, articulation)
- la trame harmonique (fig. 19), formée de 12 sons étagés, dont l'injection dans une octave forme par enharmonie un mode défectif de 9 sons (ton de sol plus les deux demi-tons encadrant la dominante).

  Cette trame est divisée en 3 groupes de 4 sons N_o, N_1, N_2 dont 1 groupe conjoint (N_2), chacun étant un sous-ensemble des tessitures des instruments affectés. C'est à chacune de ces zones que sont rattachés tous les paramètres déduits, y compris les timbres (considérés ici comme des éléments de l'ensemble "modes de production des sons des instruments à cordes"*).

  Les paramètres déduits, abondamment décrits dans le cours de l'analyse, ne demandent pas de nouveau commentaire.

Les étapes de réalisation

On voit maintenant plus clairement les étapes nécessaires :

a) constitution des figures composées (durées, hauteurs, articulations, nuances) qui formeront la période propre des parties périodiques ou non, choix des périodes propres

b) description des lois de déplacement des parties mobiles autour d'une période propre (apostrophe) : ces déplacements s'expriment en fonction des positions respectives des autres parties (interférences)

c) détermination des limites (frontières de déplacements permises) fixant le nombre des interférences à retenir et donc la durée de la pièce

d) déroulement effectif du programme

e) rédaction "libre" de l'introduction et de la conclusion (**).

---

* On voit d'autre part par la réalisation qu'est appliqué implicitement un principe de "compatibilité" entre les parties constitutives, y compris l'apostrophe-écho mais non comprise l'apostrophe; ce principe souvent utilisé depuis postule qu'une fois établi un algorithme, toutes les rencontres harmoniques et contrapunctiques possibles qui en découlent sont "bonnes".

** On observe le même phénomène par exemple pour la conclusion d'une pièce d'autre part banalement algorithmique, "l'échange", 3è des 20 regards sur l'Enfant-Jésus pour piano d'Olivier Messiaen, dont il est plus économique de décrire la dernière mesure hors des mécanismes mis en jeu.

L'étape a) réclame une attention particulière quant à la synthèse de la période propre "mélopée". Cette dernière comporte en effet plusieurs phases intermédiaires constituant un sous-programme (fig. 21) :

1) constitution de la figure (D_1, H_2, ν) et de la figure rythmique D_2 (formalisées, mais non par un mécanisme algorithmique)
2) calcul des périodes propres T_1 et T_2, T_o étant fixée, et choix de leurs interférences (fig. 13). Initialisation de D_o par rapport à la chaîne ainsi constituée
3) application dans l'ordre des opérateurs :
   MT de D_o et D_2 sur D_1 soit D'_{1i} $i = 1, 2, 3$
   ML de D_o sur D'_1 soit D''_{1i} $i = 1, 2, 3$
   ML de D''_1 sur D_2 soit D'_{2j} $j = 1, 2, 3$
4) initialisation des noyaux mélodiques des figures composées (D'_{2j}, $H_1(k)$) et corrections de hauteurs qui en découlent sur les autres parties (D'_{1i}, H_2)
5) application du noyau ν (articulation) aux figures (D'_{2j}, $H_1(k)$) : principes d'initialisation
6) opération Σ sur les 3 figures composées complètes correspondant à D_o, D''_1 et D'_2. Réinitialisation de la période propre de la mélopée.

On peut ainsi mettre en lumière la frontière précise en deça de laquelle le choix des paramètres, issu des données de base, est dévolu à la décision du compositeur, mais à l'intérieur d'une formalisation. L'organigramme correspondant représenté fig. 20 dans son apparente évidence prend ainsi une valeur nouvelle. On y a ajouté, pour d'autres applications, les modifications éventuelles.

Conclusions de l'analyse précédente

Dans le cours de la description qui précède, on a pu élucider le détail des opérations nécessaires à la définition d'un modèle de la pièce.
On n'a écarté aucun détail d'écriture ni de forme; on a précisé au passage non seulement la structure algorithmique des parties, mais les conditions qui déterminent la longueur de la pièce, les interférences entre ces parties; afin d'élucider la structure de la mélopée, on a décrit les éléments d'un modèle de génération mélodique basé lui aussi sur des interférences de groupes à périodes premières entre elles à l'intérieur de la période propre de la mélopée.
On a défini les concepts de noyau mélodique, les opérateurs d'occultation MT et ML, le principe de la hiérarchie de leurs effets, l'affectation des notes des noyaux mélodiques avec leurs conditions d'initialisation; on a précisé enfin les conditions d'articulation, basées elles aussi sur l'appel à un noyau "coups d'archets".

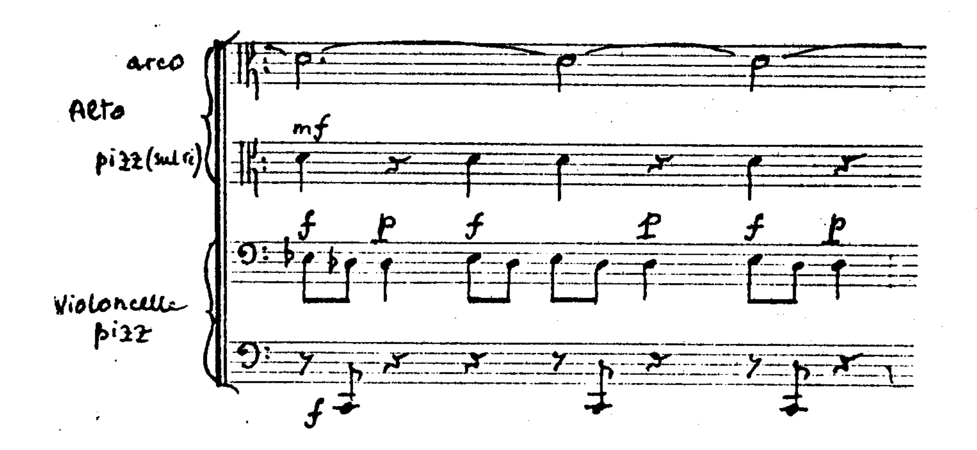


Fig. 1. Unité de base de la pédale (7 ♩).

2me violon
sur le sol

a) ff

b) ff

Fig. 2. Figures de l'apostrophe (a) et de l'apostrophe-écho (b)



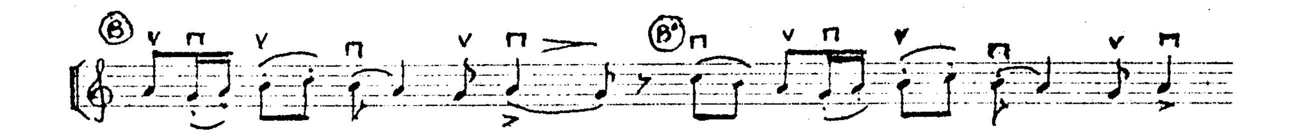


Fig. 3. Unité de base de la mélopée (23 ♩)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

Mélopée
4 fois

la 5e

8 8

7 7

Apostrophe

6 9 6

9 7

Fig. 4. Positions relatives de l'apostrophe et de l'apostrophe-écho vis-à-vis de la mélopée.

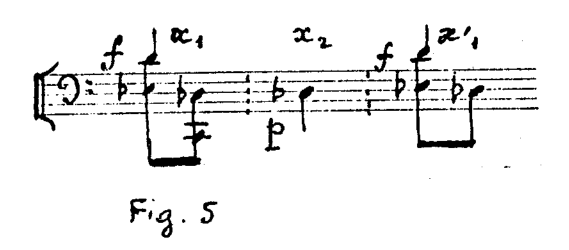


Fig. 5

Fig. 6. Positions relatives de l'apostrophe et de la pédale rythmique

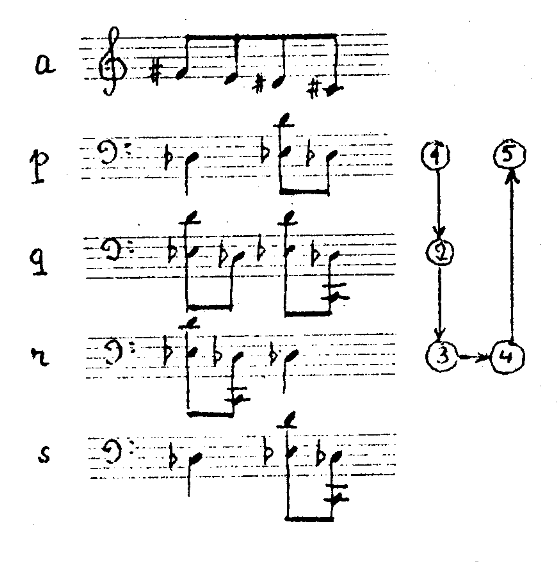


Fig. 7. Coïncidences distinctes possibles

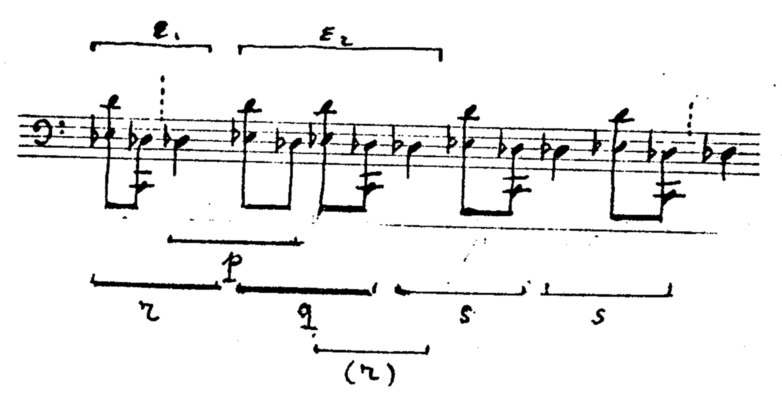


Fig. 8 Positions de l'apostrophe vis-à-vis de la période propre de la pédale rythmique.
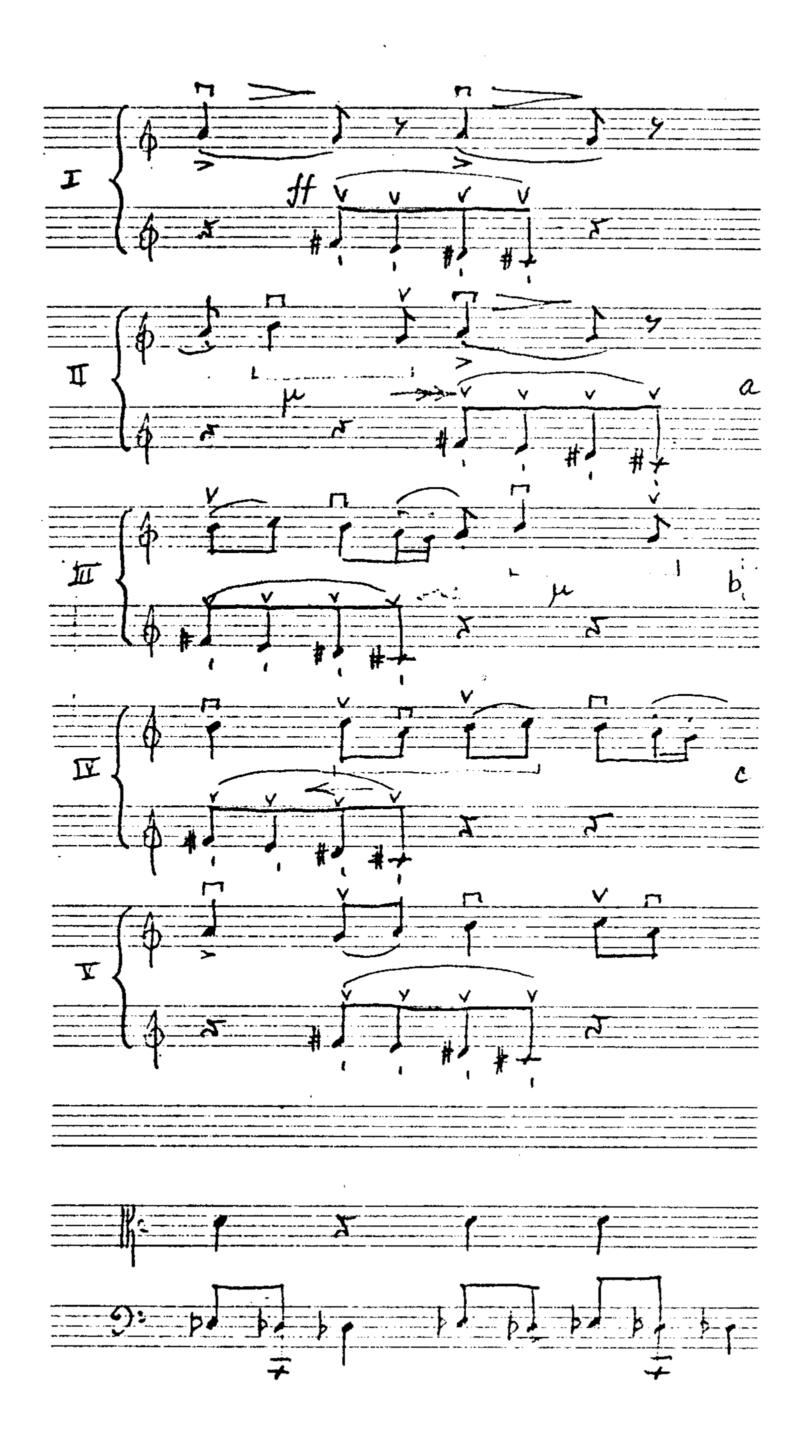


Fig. 9. Rencontres entre la mélopée et l'apostrophe.

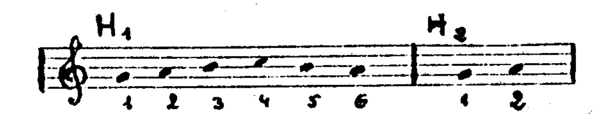


Fig. 10. Noyaux mélodiques de la mélopée

D0

D1

D2

Fig. 11. Groupes rythmiques de base

T0 D0 5 41

T1 D1 11 5

T2 D2 8 6

Fig 12. Structure des unités d'interférence

D1 16

D2 14

23

Fig 13. Interférences D1 D2 et prélèvement retenu

Fig 14. Effets des opérateurs MT et ML

H₁
D₀
D″₁
D′₂

Fig 15. Affectation des hauteurs

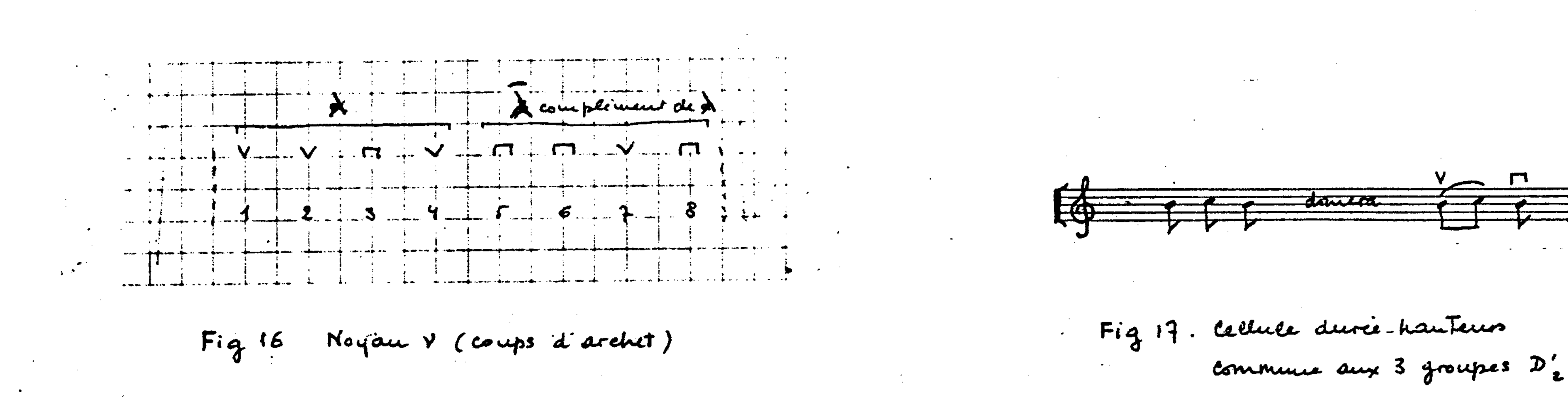


Fig 16 Noyau ν (coups d'archet)

Fig 17. Cellule durée-hauteurs commune aux 3 groupes D'_2

		DUREES	HAUTEURS	ARTICULATIONS	DYNAMIQUE	DENSITÉS	TIMBRES
DONNÉES DE BASE	Trame Harmonique		N_2 N_1 N_D				
	Tête	D_0	H_0	λ	mf	1	
Matériaux intermédiaires		α β γ α' β'	H_1 H_3 H_2	$\nu = \lambda\bar{\lambda}$			
Mélopée		T_0 D_1 D_2 (T_1) (T_2)	H_2 H_1	ν ν	mf	1 1	1er Violon sul G glisser sur toute la longueur de l'archet
Apostrophe Ap.-Echo		T_3 (T_3) δ_1 δ_2	- H_3	$f(\nu)$	ff	1 1	2ème Violon sul G du Talon
Pédale rythmique		T_4 ε_1 ε_2	- H_4	-			
	x_1		init. $H_4(3)$	(pizz)	f	2, 2	Alto + Violoncelle pizz
	x'_1		init. $H_4(4)$	"	f	2, 1	
	x_2		$H_4(2)$	"	p	1	
Pédale de ré		-	$H_4(2)$	Tenue	p	1	Alto arco ponticello

Fig 18. Materiaux de base et paramètres déduits

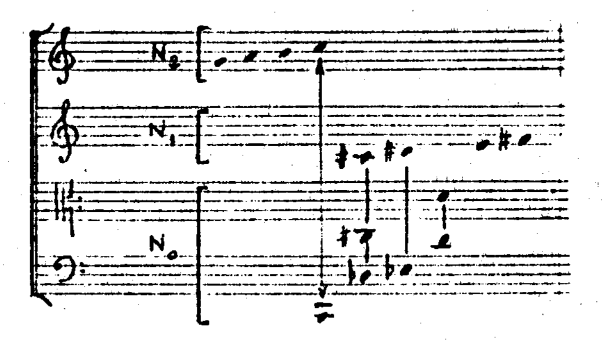


Fig. 19 Trame harmonique

DONNEES DE BASE → } CONCEPTION

CHOIX DES PARAMÈTRES → } FORMALISATION

MODIFICATIONS

ECRITURE DU PROGRAMME

MODIFICATIONS

CALCUL DU PROGRAMME → } ALGORITHMISATION

ECRITURE EVENTUELLE DES EXTREMES → } INTERVENTIONS "MANUELLES"

Fig. 20 Etapes de réalisation

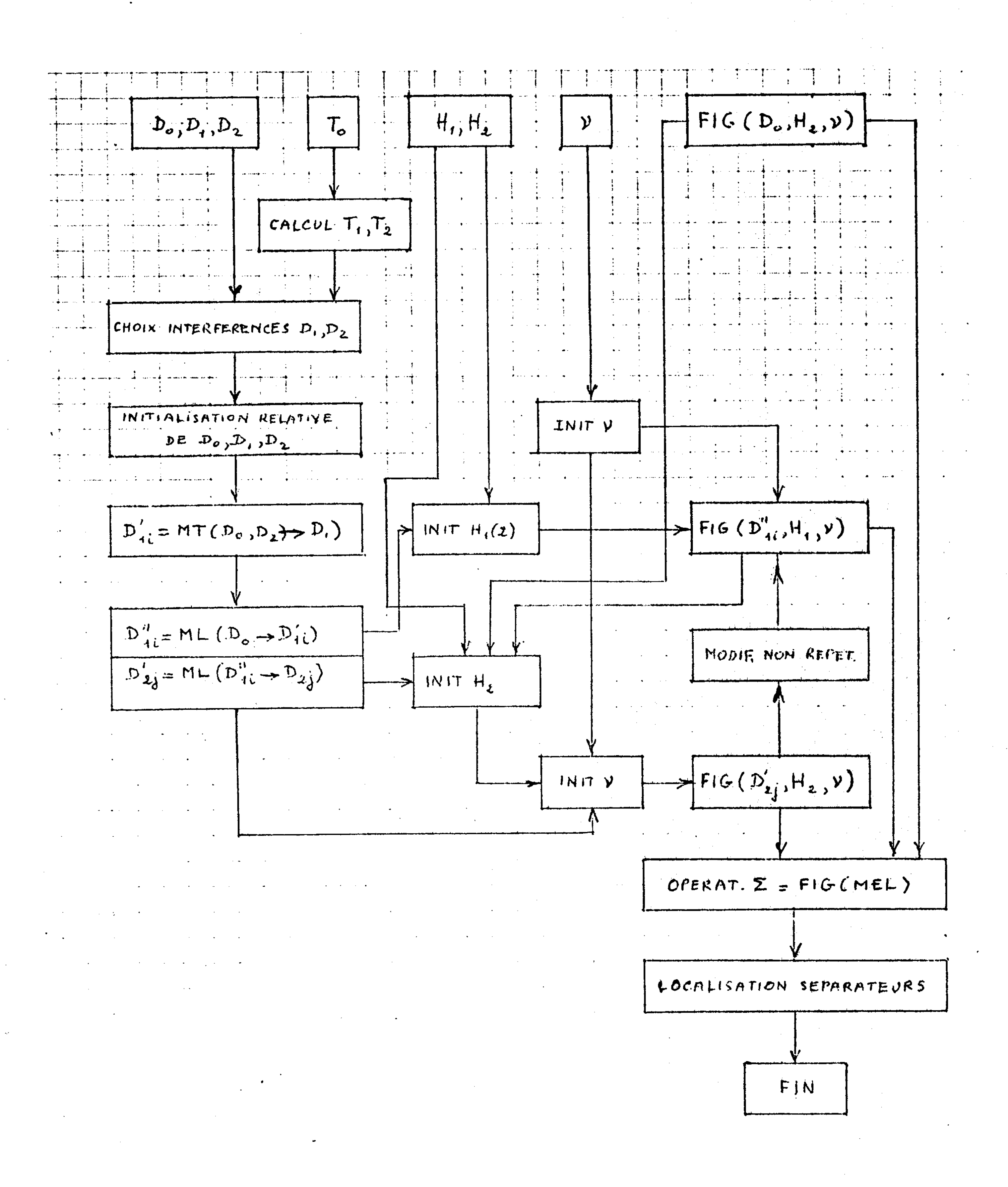


Fig. 21 Sous-programme MELOPEE

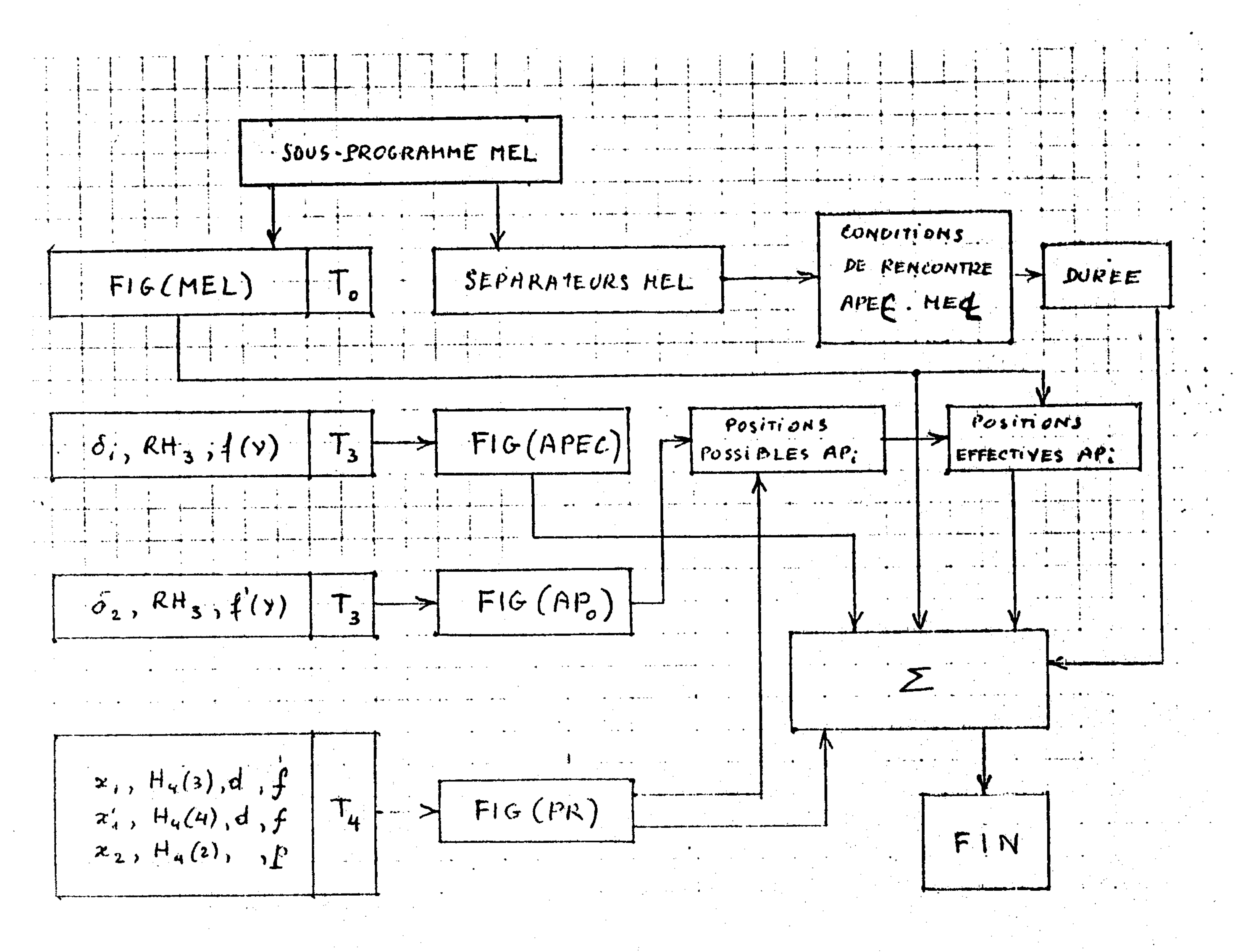


Fig. 22. Programme principal